<div class="container">

<h1 class="title"></h1>

<img class="immagine local" src="Gorlu.png">

<div>

<h2>L'idea iniziale</h2>

<p>

Una sera di Ottobre, vedendo la scatola di Arduino sulla mensola, mi è venuta voglia di creare qualcosa di più complesso del solito "led on/off". Ho quindi pensato di costruire una piccola <b>stampante “CNC” (Computerized Numerical Control)</b> che fosse in grado di stampare:

</p>

<ul>

<li>Foto digitali, rilevandone le linee principali;</li>

<li>Oggetti grafici disegnati precedentemente a mano libera;</li>

<li>Testo o singole parole, scegliendone lo stile di stampa.</li>

</ul>

</div>

<div>

<h2>L’impostazione del progetto</h2>

<p>

Per semplicità, ho deciso di basare l'intero progetto su <b>Python per quanto riguarda l'elaborazione delle immagini</b>, e sul <b>C++ per quanto riguarda il codice di Arduino</b>.

</p>

<div class="immagine">

<img src="https://i0.wp.com/www.insidevcode.eu/wp-content/uploads/2015/05/python-logo.png?ssl=1">

<p>Logo di Python 3.9</p>

</div>

<p>

Python presenta infatti una sintassi molto leggera rispetto ad altri linguaggi (Java per esempio), e le innumerevoli librerie già presenti online sapevo ma avrebbero aiutato e velocizzato nella scrittura del codice. In particolar modo, ho adoperato:

</p>

<ul>

<li><a target="\_blank" href="https://opencv.org/"><b>OpenCV</b></a> + <a target="\_blank" href="https://python-pillow.org/"><b>PIL</b></a> per l'elaborazione e l'estrapolazione dei dati dalle immagini;</li>

<li><a target="\_blank" href="https://numpy.org/"><b>NumPy</b></a> per la manipolazione di array e matrici;</li>

<li><a target="\_blank" href="https://pythonhosted.org/pyserial/"><b>pySerial</b></a> per la comunicazione tramite porta USB con Arduino;</li>

<li><a target="\_blank" href="https://tkdocs.com/"><b>Tkinter</b></a> per la creazione dell'interfaccia grafica dell'applicazione (GUI).</li>

</ul>

</div>

<div>

<h2>L'algoritmo</h2>

<p>

L'algoritmo principale, ovvero quello che si occupa della stampa di immagini digitali, è sostanzialmente un algoritmo di ricerca e ordinamento.<br> Data un'immagine in input, il programma esegue usa ricerca dei pixel che compongono i tratti principali dell'immagine utilizzando la <b>funzione <a target="\_blank" href="https://docs.opencv.org/3.4/da/d22/tutorial\_py\_canny.html">Canny()</a> presente in OpenCV</b>.

</p>

<div class="immagine">

<img

src="https://www.mathworks.com/matlabcentral/mlc-downloads/downloads/submissions/51124/versions/1/screenshot.jpg">

<p>Un esempio di immagine elaborata con la funzione Canny()</p>

</div>

<p>

Dopo aver mappato i dati all'interno di una matrice bidimensionale, ne viene eseguita la scansione con la logica di andare a stampare non singoli punti (rischiando così di avere problemi con l'inchiostro della penna), ma linee continue. <b>Preso un elemento A, l'algoritmo ne analizza i pixel in posizioni limitrofe in cerca di un elemento B da stampare. In caso di successo ne invia le coordinate ad Arduino, altrimenti allarga il campo di ricerca sempre centranto in A fino a che non viene identificato un elemento B</b>. Il programma poi cicla prendendo come punto di partenza le coordinate dell'elemento B appena individuato, e continua in maniera analoga fino a che tutta la matrice non è stata scansionata.

</p>

<div class="immagine">

<img class="local" src="Algoritmo\_di\_ricerca\_1.png">

<p>Simulazione grafica dell'algoritmo di ricerca</p>

</div>

<div class="immagine">

<img class="local" src="Algoritmo\_di\_ricerca\_2.png">

<p>Uno screen dell'algoritmo di ricerca</p>

</div>

<p>

Vista la semplicità dell'algoritmo e la sua bassa complessità computazionale, il programma risulta essere rapido e poco dispendioso di risorse. Inoltre, <b>lavorando sempre e solo all'interno della RAM</b>, non vi è mai la necessità di salvare dati sul disco fisso e questo permette di <b>lasciare il PC libero da superflui file di salvataggio</b>.

</p>

</div>

<div>

<h2>La struttura</h2>

<p>

Meccanicamente la stampante è composta da 2 elementi primari:</p>

<ul>

<li>Due carrelli che permettono i movimenti della penna lungo gli assi cartesiani del foglio;</li>

<li>Il meccanismo per alzare o abbassare la penna rispetto al foglio.</li>

</ul>

<p>

In particolare, i due carrelli hanno come base le componenti di vecchi lettori di DVD. Quest'ultimi presentano al loro interno, un motorino primario che si occupa della rotazione ad alta velocità del DVD, e un motore secondario incaricato dello scorrimento del lettore ottico. Questo motore passo-passo è proprio colui che una volta modificato sostituendone l'unità ottica con una base in legno, permette alla stampante di muovere il foglio e la penna lungo i due assi X e Y.

</p>

<div class="immagine">

<img src="Primo\_test.jpg" class="local">

<p>Scorrimento di uno dei due carrelli</p>

</div>

<p>

Il meccanismo legato invece al movimento della penna lungo l'asse Z è invece leggermente più fine e delicato. Esso si compone di un servo-motore legato con un filo inestensibile alla mina della penna. Quando la penna deve essere alzata, il servo compie una rotazione di qualche grado, mandando in tensione il filo e tirando così verso l'alto la mina. Per ritornare con la mina sul foglio, il servo rilascia la tensione lungo il filo, e un elastico spinge verso il basso la mina.

</p>

<div class="immagine">

<img src="Meccanismo\_penna.png" class="local">

<p>Il meccanismo che governa la posizione verticale della penna</p>

</div>

<p>

In questo modo visto che l'elastico genera sempre la stessa forza sulla mina, la stampa avrà una distribuzione di inchiostro omogenea.

</p>

</div>

<div>

<h2>Gorlu la stampante!</h2>

<p>Ecco qualche video del progetto finito.</p>

<!--Video caricati su YT-->

<p>P.S. Il nome "Gorlu" è nato nel pieno della sua costruzione. Non ha mai avuto un significato ben preciso, ma mi sembrava simpatico e quindi perché no? :).</p>

</div>

<div>

<h2>Breve guida per realizzarlo da sé</h2>

<p>

Passiamo ora ad una brevissima guida per le persone interessate a realizzare anche loro questo progetto.<br>

Partendo dalla lista dei materiali, serviranno:

</p>

<ul>

<li>Una scheda Arduino e la scheda L293D;</li>

<li>Due vecchi lettori di DVD e un servo-motore;</li>

<li>Un alimentatore esterno che eroghi corrente continua tra i 5V e i 9V;</li>

<li>Sottili cavi elettrici;</li>

<li>Una tavola di legno;</li>

<li>Viti e bulloni</li>

</ul>

<div class="immagine">

<img src="Materiali.png" class="local">

<p>Componenti principali</p>

</div>

<p>

Lascio tra gli allegati in fondo alla pagina i link a cui poter comperare online le componenti elettroniche non facilmente reperibili nei negozi fisici.<br>

Per quanto riguarda invece gli attrezzi necessari, serviranno comuni attrezzi per il taglio del legno (seghetti alternativi o simili), un avvitatore o trapano, e un saldatore a stagno.<br>

Sempre tra gli allegati, è possibile trovare alcuni PDF utili per il taglio delle componenti in legno, e per eseguire correttamente il cablaggio delle componenti elettroniche.<br>

Consiglio: visto la difficile reperibilità dei lettori DVD, <b>fare attenzione durante la saldatura dei cavi elettrici ai motori passo-passo</b>: è molto facile sbagliare ed essere costretti a buttare via il motore (e lo dico per esperienza personale... :( ).

</p>

<br>

<p>

Passando ora alla parte software, l'intero codice necessario per il corretto funzionamento è reperibile alla <a target="\_blank" href="https://github.com/Bocchio01/Arduino\_CNC\_plotter">pagina GitHub del progetto</a>.<br>

Per poterlo scaricare basterà <b>cliccare sul tasto verde "Code" e successivamente su "download ZIP"</b>. All'interno della cartella, troverete questi file:

</p>

<div class="immagine">

<img src="Cartella\_GitHub.png" class="local">

<p>Files presenti nella repository del progetto</p>

</div>

<p>

Nella cartella "Arduino\_code", potrete trovare lo sketch da caricare tramite l'IDE Arduino direttamente sulla scheda. Da notare che è necessario importare la libreria <a target="\_blank" href="https://learn.adafruit.com/adafruit-motor-shield/library-install"><b>AF\_Motor.h</b></a>.<br>

Per quanto riguarda poi l'algoritmo principale, è necessario scaricare ed installare sul proprio PC l'interprete di Python e le librerie aggiuntive. Python è facilmente <a target="\_blank" href="https://www.python.org/downloads/"><b>scaricabile da questo link</b></a>, mentre le librerie necessarie occorre installarle da terminale:

</p>

<ol>

<li>Aprire il terminale e navigare fino alla cartella "Scripts" contenuta nella directory di Python (con Windows digitare "<code>cd C:\Users\ \*Nome\_utente\* \AppData\Local\Programs \Python\Python39\Scripts</code>");</li>

<li>Digitare quindi "<code>pip install opencv-python pillow numpy pyserial tk</code>", e premere Invio</li>

<li>Una volta terminata l'installazione (in genere sono necessari pochi secondi), chiudere il terminale.</li>

</ol>

<p>

A questo punto è possibile aprire il file presente nella cartella scaricata denominato <b>main.py</b> e si è pronti ad utilizzare la propria stampante!<br>

<b>Nota bene: la cartella sources e i files languages.py e main.py, devono sempre rimanere nella stessa cartella di lavoro!</b>

</p>

</div>

<div>

<h2>Allegati</h2>

<p>Di seguito trovate vari link ai materiali e alcuni files utili per realizzare il progetto.</p>

<br>

<div class="allegati\_link">

<label><a target="\_blank" href="https://www.amazon.it/Elegoo-ATmega328P-ATMEGA16U2-Compatibile-Microcontrollore/dp/B01MRJR8UF/ref=sr\_1\_8?\_\_mk\_it\_IT=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=arduino&qid=1623170794&s=electronics&sr=1-8">Scheda Arduino;</a></label></label>

<label><a target="\_blank" href="https://www.amazon.it/Pixnor-L293D-Shield-Arduino-Duemilanove/dp/B0113YH5JA/ref=sr\_1\_1?\_\_mk\_it\_IT=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=PIXNOR+L293D+Drive+Motor+Shield+per+Arduino+Duemilanove+Uno+Mega+R3+AVR+AT&qid=1623170749&s=electronics&sr=1-1">Scheda L293D;</a></label></label>

<label><a target="\_blank" href="https://www.ebay.it/itm/274750012775?\_trkparms=aid%3D1110006%26algo%3DHOMESPLICE.SIM%26ao%3D1%26asc%3D20201210111314%26meid%3Ddfe560919ca346ecad0375a3df77ede7%26pid%3D101195%26rk%3D2%26rkt%3D12%26sd%3D402887744438%26itm%3D274750012775%26pmt%3D1%26noa%3D0%26pg%3D2047675%26algv%3DSimplAMLv9PairwiseUnbiasedWeb%26brand%3DHLDS&\_trksid=p2047675.c101195.m1851&amdata=cksum%3A274750012775dfe560919ca346ecad0375a3df77ede7%7Cenc%3AAQAFAAACEDMNLC%252FxoOINYkwaeg7KQdqQ%252FhmIrX03V3%252F%252FsAo7li%252F7z4edSWCtaHcLA%252BfpxlAVqIRwXAi2rDUU3ou03aBQcyUaakLwXiS95Hud83MvnBsGEcqFp2X9ZfX4UV2KcsOcwG184n8KvSbXVDVf97%252FHh4s082fGgdLwDLCHsNkwE8ySC08dLhsWdgiDqXiOtCrtnn5G%252BOuXxWwTOPmdi70ZYuqy84tS3I%252BR7btNKUtoqnpnRJ6aDLyp02Fgg%252BhW6LMHcx2QGuBIh%252FXnuTo3Qo1rnOpp82hpp3jsbhwV7XMoOcfHFJF6WgLYNSBWMljCarpae%252BDTbAqgr5jmqIcQUdcTGbcUwrIlbxp9JKa0alAe3iY%252FTBR31VBH4dL0lvzJM8Ph%252BlZPA29Euu30DZeaa3Ycb06UguY%252B%252BahCWiFJtCLDvTZgT1bD2w5JnxYf7uNE36QDfHGOOx5O1Jl0vSLgC9ZS28SfZPo8%252B7h5GOIsP48qWeqQNhM5LjPakV8Ck9t5G72dnE9PccsNnS%252FKxfQ7YZE1JkNqrgiuLaRRdZFmPhHvozP58U5kn9ZIHqbM1HEE9pJYU6r4%252FHfRwuBLCD1jhT84X4KAlopzElS2CrZts78c7A9gslWYBHbcyc0CCDxeFh8V4qbO5XJbl9iVskw1o8LWhHKVb7Je9Aw1Ff5VAwh88HV9xvczPEEqnGeW%252B%252BOWrjp02g%253D%253D%7Campid%3APL\_CLK%7Cclp%3A2047675&epid=645575573">Lettori DVD;</a></label></label>

<label><a target="\_blank" href="https://www.amazon.it/ZHITING-micro-servomotore-Camminare-elicottero-Aeroplano/dp/B088NQTBPB/ref=sr\_1\_16?\_\_mk\_it\_IT=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crid=6O7XDUKCOWL8&dchild=1&keywords=servo+motore+arduino&qid=1623170644&sprefix=servo+motore%2Caps%2C220&sr=8-16">Servo motore;</a></label></label>

<label><a target="\_blank" href="https://www.amazon.it/EasyULT-Adattatore-Alimentazione-Alimentatore-Elettronica/dp/B08HRNPBCM/ref=sr\_1\_1?\_\_mk\_it\_IT=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=EasyULT+12W+Adattatore+di+Alimentazione%2C+Alimentatore+Switching+CA%2FCC+Universale+con+8+Spine%2C+per+3V-12V+Elettronica+Domestica%2C+1000+mA+Max+%28Nero%29&qid=1623170715&s=electronics&sr=1-1">Alimentatore esterno;</a></label></label>

</div>

<div class="files">

<div class="files\_element">

<a class="link\_hidden"></a>

<img>

<p class="files\_title"></p>

</div>

</div>

</div>

</div>

<script>

dod();

</script>